

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Relevance of Japanese patent application publication No.2000-187076 to the present invention**

Japanese patent application publication No.2000-187076 has relevance to the present invention because of the following reasons.

1. Japanese patent application publication No.2000-187076 relates to a light wave distance measuring system of non-prism type without using a reflection prism (See paragraph [Problem(s) to be Solved by the Invention] in the computer-generated translation).
2. An optical axis of a projection optical system is arranged in parallel to an optical axis of a photodetection optical system (See Paragraph [0006] in the computer-generated translation).
3. Japanese patent application publication No.2000-187076 solves such problems that, in measurement at near distance, measurement cannot be made because an image-forming position is deviated from an optical axis (See paragraph [0007], line 1-7, and paragraph [0017], line 4-8 in the computer-generated translation).

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-187076

(43)Date of publication of application : 04.07.2000

(51)Int.Cl.

G01S 17/10  
G01B 11/00  
G01S 7/48

(21)Application number : 11-353310

(71)Applicant : LEICA GEOSYSTEMS AG

(22)Date of filing : 04.05.1994

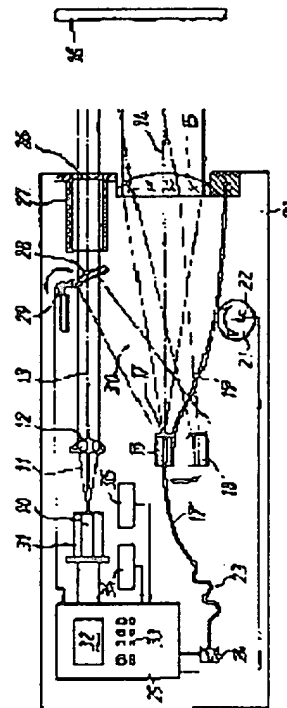
(72)Inventor : EEBETSU HARTMUT  
HEINZ BERNHARD  
GIGER KURTH  
HINDERLING JURG

## (54) DISTANCE MEASURING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a distance measuring device capable of measuring distance to a natural coarse surface in all measurement ranges within at least 30 m from the front end of a measuring apparatus and within the millimeter range of measuring accuracy.

**SOLUTION:** The distance measuring device is provided with a visible measuring light flux 11 caused by a semiconductor laser 10, a collimator objective lens 12 for collimating the measuring light flux 11 in the direction of the light axis 13, a circuit device for modulating the measurement light beam, a light reception objective lens 15 for allowing a light reception device to receive and image the measurement light flux 11, a light beam turning device 28 capable of switching for causing an internal reference path between the semiconductor laser 10 and the reception device, and an electronic evaluation circuit 25 for detecting the distance measured for the object 16 and indicating. The measuring light beam is pulse-modulated by an exciting pulse with the pulse width of 2 nanosecond or less.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The visible measuring beam bunch produced by semiconductor laser (10) (11) The collimator objective lens for carrying out the collimation of the measuring beam bunch (11) in the direction of an optical axis (13) (12) The circuit apparatus for modulating a measuring beam line The light-receiving objective lens for making light-receiving equipment receive light and carrying out image formation of the measuring beam bunch (11) reflected with the object (16) which is far away (15) The electronic weighting network for detecting and displaying the distance measured so much on an object (16) as the beam-of-light deflector (28) in which the change for producing an interior reference path between semiconductor laser (10) and the aforementioned light-receiving equipment is possible (25) It is the distance measuring equipment equipped with the above, and a measuring beam line is characterized by pulse modulation being carried out by the excitation pulse of the pulse width for 2 or less ns.

[Claim 2] (23) in which has the light pipe (17') to which light-receiving equipment connected the optical/electrical converter (24), and the light pipe (17') is carrying out the multiple-times curve about the extension mode — the distance measuring equipment according to claim 1 characterized by things

[Claim 3] Distance measuring equipment according to claim 1 or 2 which an electronic inclinometer (34) is formed and is characterized by pointing to the measurement axis in parallel with the optical axis (13) of a collimator objective lens (12).

[Claim 4] A biaxial electronic inclinometer (34) is formed, point to the axis of one of these in parallel with the optical axis (13) of a collimator objective lens (12), and other axes are very perpendicular to this. And distance measuring equipment of any one publication to claims 1-3 characterized by being directed so in parallel with the field formed of the optical axis (13 14) of a collimator objective lens (12) and a light-receiving objective lens (15).

[Claim 5] It is the distance measuring equipment of any one publication to claims 1-4 which a digital magnetic compass (35) is formed and is characterized by pointing to the direction reference direction in parallel with the optical axis (13) of a collimator objective lens (12).

[Claim 6] the distance measuring equipment of any one publication to claims 3-5 characterized by sending the output signal of an inclinometer (34) and (or) a compass (35) to evaluation equipment (25) as an additional input signal

[Claim 7] Distance measuring equipment [ active in order for the output signal of an inclinometer (34) to level the measuring beam bunch (11) by which the collimation was carried out ] according to claim 3 or 4 characterized by optical or being sent to a mechanical adjustment element.

[Claim 8] Distance measuring equipment of any one publication to claims 1-7 characterized by forming the prism (40, 41, 43) in which a plug is possible in the measuring beam bunch (11) to inject.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] The collimator objective lens for this invention carrying out the collimation of the visible measuring beam bunch produced by semiconductor laser, and the measuring beam bunch in the direction of an optical axis. The light-receiving objective lens for making light-receiving equipment receive light and carrying out image formation of the measuring beam bunch reflected with the object which is far away to the circuit apparatus for modulating a measuring beam line. It is related with the distance measuring equipment equipped with the beam-of-light deflector in which the change for producing an interior reference path between semiconductor laser and the aforementioned light-receiving equipment is possible, and the electronic weighting network for detecting and displaying the distance measured so much on an object.

[0002]

[Description of the Prior Art] This kind of equipment is Wild Heerbrugg AG and Schweiz. Publication It is known from V.86 and "the range measurement by the operating time measurement method of geodesy-precision." This range-measurement method is used in order to measure the distance to an object with the natural coarse front face. For example, in order to survey the front face which is hard to approach like the wall of the quarry which must measure distance hundreds of meters or less, and cave hole formula underground facilities, and the side attachment wall of a tunnel, equipment using pulse formula infrared semiconductor laser diode with the radioactive big front face as the radiation source is used. As for pulse length, the thing for 12ns is used. The advantage of this radiation source is a point that the hundreds of meters measurement distance which can be made to generate the radiation pulse of the high peaking capacity of several W order, consequently is needed is attained. Precision is 5 or 10mm. On the other hand, a fault is the comparatively large case of the order of the size of the radiating surface of the aforementioned laser of 300/u. The radiation lobe (Keule) of this equipment is because it has the divergence of about 2 mrad(s) and the flux of light cross section is therefore set to 0.1m in the case of 50m. When distance is very short, the flux of light cross section of this equipment has the several cm diameter. It is because the objective lens of a several cm diameter is needed in order to emit a several W pulse output by the flux of light divergence of 2mrad.

[0003] Since a light transmission objective lens and a light-receiving objective lens separate separately and are arranged, if, and in order to pile up the light transmission flux of light and the light-receiving flux of light to 10 or the contiguity range of 15m or less, you have to equip with an attachment lens. Since other faults are using the infrared measuring beam line, they are being unable to check the position of the actually measured object. Although the additional laser which emits a visible ray is formed in order to make the position of an object check by looking, you have to position the optical axis to a light transmission optical axis so carefully. This equipment is equipped with electronic evaluation equipment and display, and can also be calculated by inputting an additional value through a keyboard.

[0004] The distance measuring equipment which has arranged separately the light transmission objective lens and the light-receiving objective lens is known similarly from the German patent No. 4002356 official report. Light transmission equipment has electronically two laser diodes which can be switched complementary. Among those, one laser diode sends a light wave train to the measurement section, and the laser diode of another side sends a light wave train to the reference section. Both the wave trains are received by turns with the same light-receiving object connected to the evaluation electronic instrument. It cannot read in this official report whether it is that both laser diodes emit the light. The range measured is indicated to be 2 or 10m, and it aims at making the accuracy of measurement into the range of several mm.

[0005] Magazine It is Sick GmbH by "Industrie" 11/92, and the octavus page from the 6th page. The range-measurement machine DME 2000 of a shrine is indicated. This range-measurement machine is based on the optical-ranging method which used operating time measurement as the base, and operates by two semiconductor laser diodes which emit the light. Laser diode generates a required light transmission beam of light, and while it had collimator optical system sends the reference signal which needs the 2nd laser diode to a direct light-receiving object. The light transmission flux of light and the light-receiving flux of light are arranged mutually at the same axle, and only one objective lens equipped with the comparatively big path as a result is used. The measurement distance over a natural coarse front face is 0.1 or 2m, and the path of the light spot is about 3mm. To a comparatively far object 130m or less, if, you have to attach the reflective foil in the object measured. In the case of this distance, the path of the light spot is about 250mm. In relation to the light transmission optical system and light-receiving optical system of the same axle, the pin photodiode of a comparatively big area is used as a light-receiving object. Although

the overlap of the light-receiving beam-of-light lobe which this emits strongly, and the light transmission flux of light is given and distance 0.1m or less can be measured as a result, if you have no additional reflector, a big measurement distance cannot be acquired according to the area of a detector being large as mentioned above. It is necessary to measure the coarse front face in distance 30m or less without additional preparation by the reflector in the construction industry especially interior business, and piping business. In the case of 1 or 2mm, emission of the light-receiving flux of light must have the as much as possible small accuracy of measurement demanded. It is because a very big noise signal will occur on a light-receiving object by receiving an ambient-light component if emission is large. However, if it does not pass over the overlap of the light-receiving flux of light and the light transmission flux of light to 1 or 2m and additional measures therefore are not taken when, as for emission of the small light-receiving flux of light of about 2 mrad, light transmission optical system and light-receiving optical system are arranged separately, the range measurement beyond this distance is impossible.

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, make the technical problem of this invention into the visible measuring beam bunch which fully took the aim, and it has a diameter 0.5cm or less in the contiguity range. The visible measuring beam bunch which has 1 or a diameter 2cm or less in the distant boundary range is used. It is offering distance measuring equipment which makes possible range measurement to a natural coarse front face over all the measuring range from the first transition of a measuring instrument to at least 30m, and is in the range whose accuracy of measurement's is moreover a millimeter. (A)

[Means for Solving the Problem] In the equipment of the kind stated at the beginning, this technical problem is solved, when pulse modulation of the measuring beam line is carried out by the excitation pulse of the pulse width for 2 or less ns.

[0006] In the distance measuring equipment by this invention, a collimator objective lens produces the measuring beam line which banded together strongly along with an optical axis. The optical axis of the light-receiving objective lens arranged horizontally [ the ] is mostly prolonged so at least in the optical axis of a collimator objective lens at parallel, and is in the optical axis of a collimator objective lens, and a common field. In the focus of a light-receiving objective lens, image formation of the measuring beam line reflected with the object in less than about 2m near is mostly carried out with the optical image formation system located in a line with emission of the measuring beam bunch which is hard to avoid comparatively densely, and the focal distance of these optical image formation systems. When a light-receiving beam of light concentrates on a narrow field, the on-the-strength problem on signal evaluation until it results in long distance remote measurement distance is not produced. (B)

[0007] However, the image formation position of the light spot reflected with the object to a near measurement distance if — lengthwise [ from a focus ] — and separating gradually so much to the optical axis of a light-receiving objective lens at a longitudinal direction is observed. In this case, a beam of light does not carry out incidence to the light pipe plane of incidence arranged at the focus, but, thereby, a measurement minimum is attained. According to the 1st operation gestalt of this invention, light pipe plane of incidence follows a gap of the image formation position of the light spot. And the optical axis of a light-receiving objective lens is followed so much only at a longitudinal direction. (C) There is no need for the flattery which met the optical axis. It is because there is no problem on intensity about the measuring beam line reflected with the nearby object. And it became clear that the flattery to an exact image formation position produces the override of an evaluation electronic instrument. By the ability of movement of light pipe plane of incidence to be controlled, it becomes possible to make so optimal the signal level for all measurement distance suit. According to so another solution to this, position fixation can be carried out, light pipe plane of incidence can be arranged, and the measuring beam line which becomes gradually slanting when the distance to an object is short, and carries out incidence to a light-receiving objective lens can also be changed into the way of light pipe plane of incidence by the optical turn means. Also in this case, recognition that there is no need for an exact turn is utilized for an image formation optical target. It is because there is no problem on intensity when the distance to an object is short. The advantage of this solution is that there may not be a move element into a light-receiving path.

[0008] The operation which restricts the accuracy of measurement of the equipment by this invention originates in the physical property of the modulated laser beam produced in collaboration with the coarse front face measured. The visible ray of semiconductor laser diode is emitted as a spectrum of the equal distance spectral line (mode). While modulation current is acting, the wavelength in the mode and beam-of-light density (intensity) change. Therefore, according to wavelength, the various modulation phase lags of the laser pulse over an electric modulation pulse arise. In this case, the modulation phase is related to the time center of gravity  $t_S$  of on-the-strength variations  $I(t)$  covering the radiation duration  $t$  of the laser pulse within one operation time of a modulation pulse. Mathematically, the time center of gravity  $t_S$  is equal to the value which broke the integration value of  $I(t) dt$  by the integration value of  $I(t)$ . In this case, the integration range is equal to laser pulse all duration.

[0009] The modulation phase lag which changes according to wavelength can respond to the time laser pulse delay for 1.3 or less ns according to the kind and modulation pulse width of a modulation. The distance difference of corresponding appearance is 200mm or less.

[0010] The light reflected on the coarse front face measured has group punctiform intensity distribution for the coherence of a laser beam. These intensity distribution are known in the name of the speckle. When a coarse front face is a mirror, only towards a laser beam reflecting, a speckle agrees in the various modes of a laser beam. Since there is various wavelength in the mode, it is not this limitation to all other directions if. Therefore, the emanating space which has various modulation phases spatially exists.

[0011] The beam of light sent to a photodetector in a light-receiving objective lens has the typical modulation

phase. This modulation phase is produced by the average determined as the light-receiving objective lens by suitable intensity covering all the modulation phases of the emanating space which carries out incidence. This average is changed according to spec. loess structure through emanating space. That is, it changes according to the structure of a coarse front face. By moving an object with the front face which looks isomorphous macroscopically so at right angles to the measurement direction, it became clear that the range error corresponding to the aforementioned modulation phase change is 20mm or less.

[0012] Moreover, it became clear that physical conditions are deterministically improvable only by pulse width generating the modulation of laser diode by the excitation pulse for 2 or less ns. In this case, modulation phase contrast becomes small according to wavelength, and the distance change corresponding to this is set to 2mm or less.

[0013] Using a light pipe in distance measuring equipment is known. If this light pipe is applied to the distance measuring equipment by this invention, the special advantage that a light pipe until it results in an optical/electrical converter can be incurvated repeatedly will arise. Thereby, calculation of the aforementioned average determined covering all modulation phases is assisted.

[0014] For the amendment reason, measuring the interior reference distance of known length before and after external range measurement is known in the drift condenser in an electronic system and an optical/electrical converter. For this reason, in the distance measuring equipment by this invention, it is put into an optical diffusion element into the measuring beam bunch by which the collimation was carried out so that a beam of light may not reach through an extraneous light way. The diffusion property of this optical diffusion element is made to suit by the space range by which light pipe plane of incidence is justified. Thereby, two advantages important for the function of the equipment by this invention are acquired. One of them is that a beam of light reaches light pipe plane of incidence from each portion of a measuring beam bunch, and the difference of a modulation phase does not influence range measurement through the cross section of a measuring beam bunch by this. Since a beam of light is diffused from an optical diffusion element in all the ranges of the space where light pipe plane of incidence moves, reference measurement with the Gentlemen value of light pipe plane of incidence can be performed immediately, without moreover newly adjusting a position, and, therefore, the measuring time is shortened. The diffusion intensity per unit area can be adjusted so that the override of evaluation equipment may be avoided certainly. Therefore, this disposal is equally effective also to the composition equipped with the light pipe plane of incidence of position fixation, and the additional radiation turn means only to composition with the light pipe plane of incidence which can be justified.

[Embodiments of the Invention] Next, the equipment by this invention is explained in detail about the operation gestalt illustrated on the attached drawing. In this case, advantages other than the above are also explained.

[0015] In drawing 1, semiconductor laser 10 generates the visible measuring beam bunch 11. With the collimator objective lens 12, the measuring beam bunch 11 is sent in the direction of an optical axis 13 as the parallel flux of light, and has about 4mm diameter. The optical axis 14 of the light-receiving objective lens 14 is mostly prolonged so at least in the optical axis 13 of the collimator objective lens 12 at parallel, and is in the same flat surface as an optical axis 13. The path of the light-receiving objective lens 15 is about 30mm, and a light-receiving angle is about 120 degrees. Consequently, the flux of light cross section is size sufficient for the beam-of-light intensity reflected with the object 16 which is far away, and the beam of light reflected with the big incident angle from the object near another side can also receive it. The image formation position on the optical axis 14 of the measurement spot which the object 16 which is far away seemed to be in infinite distance for the light-receiving system 15, consequently was produced with the object is located in the focus of the light-receiving objective lens 15. In this case, the light pipe plane of incidence 17 is arranged in the basic position. The light pipe edge is grasped by the attachment component 18 currently fixed to flat spring 19. It is fixed to the casing 20 of distance measuring equipment, therefore the other end of flat spring 19 forms the elastic pivoting section. Flat spring 19 is in contact with the eccentric body 21 in the state where it was made to \*\*\*\* become it tense. The eccentric body 21 can rotate the surroundings of a shaft 22 by the motor. Rotation of the eccentric object 21 moves an attachment component 18 to an optical axis 14 so much for example, at position 18' at a longitudinal direction. A coordination distance is about 3mm with 1 operation gestalt. The beam of light of a near object is received in position 18'. In the drawing, the light-receiving flux of light shown with the dashed line showed this. Positioning of light pipe plane of incidence is mostly performed within the focal plane of the light-receiving objective lens 15. It is clear that the image formation position where a near measurement spot is exact is behind a focal plane in the direction of a beam of light.

[0016] Other composition like for example, a slider element or a multi-link element is possible instead of justification equipment equipped with the elastic pivoting section and the eccentric object which were selected with this operation gestalt. As for light pipe 17', the anterior part portion can exercise freely, and, as a result, light pipe 17' can be followed at positioning of an attachment component 18. The posterior part portion 23 of light pipe 17' curves repeatedly, and is being fixed. The optical/electrical converter 24 is connected to the edge of the posterior part portion 23 after the light pipe injection side. A light-receiving signal is supplied to evaluation equipment 25.

[0017] The scarce sealing disk 26 is attached in the field of the measuring beam bunch injected from the casing 20 of equipment at the reflection nature by which mirror-plane processing was carried out. In order to suppress reflection, you may install the sealing disk 26 in a beam of light so aslant. Furthermore, in order to make it the remains diffused light not reach light pipe plane of incidence, the tubular drawing 27 is formed. The beam-of-light turn equipment 28 which can be switched ahead of the optical incidence mouth of this drawing 27 is arranged. Beam-of-light turn equipment 28 is a rotatable about the surroundings of a shaft 29 by the motor. The front face of

the beam-of-light turn equipment 28 which receives an operation of the measuring beam bunch 11 has diffusibility, and the diffusion cone 30 of emission nature generates it in this case. Opening of the diffusion cone 30 in the field of the light pipe plane of incidence 17 is so large that the beam of light from the reference-beam path which carried out in this way and was generated is received in all positions.

[0018] Evaluation equipment 25 also contains the electronic circuitry for modulating semiconductor laser 10. In order to adjust the radiation direction of semiconductor laser 10 on the optical axis 13 of the collimator objective lens 12, casing of semiconductor laser 10 may be supported possible [ rotation ] around so perpendicular to the surroundings of a shaft 31, or this the shaft. This adjustment is controllable by the motor through evaluation equipment 25 depending on the selected light-receiving signal. It is also advantageous to justify light pipe plane of incidence for few alignment errors to the common field of optical axis 13 and 14 so at right angles to this field in the common field of optical axis 13 and 14 for an amendment reason. By carrying out operation movement suitably within the focal plane of the light-receiving objective lens 15, a position with the optimal signal level can be detected and signal evaluation can be performed in the position of this light pipe plane of incidence 17.

[0019] Evaluation equipment 25 has display 32 and the keyboard 33. An adjusted value or the auxiliary information for actually performing range measurement can be inputted through this keyboard 33. It is considered that a perpendicular position can measure one important auxiliary information at right angles to the horizontal position of the field determined by both the optical axis 13 and 14, or an object so as a matter of fact. For this reason, you may attach the biaxial electronic inclinometer 34 to distance measuring equipment. The level axis of an inclinometer 34 is in the field of optical axis 13 and 14, and it points to it so at right angles to these optical axis. The output signal of an inclinometer 34 is sent to evaluation equipment 25, and is automatically taken into consideration on the occasion of range measurement. On the other hand, this output signal may be used for mechanical positioning of the actual optical element which is not illustrating within semiconductor laser 10 or a light transmission path, and the \*\*\*\*(ed) flux of light may be made to level automatically.

[0020] If a direction is taken into consideration (i.e., consideration of the angle to which a measuring beam bunch collides with a measured object side in the level surface expands not only the information about the inclination of the distance measuring equipment in space but the possibility of measurement of distance.) That is, the opposite (polar) record of measured value is attained. For this reason, the digital magnetic compass 35 may be attached to distance measuring equipment. The direction reference direction of this magnetic compass 35 is oriented in parallel with the optical axis 13 of the collimator objective lens 12. By performing \*\*\*\*\* in consideration of the inclination and direction of a measuring beam bunch two or more times, the point in space and not only a plane determination but the position between flat surfaces of each of one measuring point can be determined in a well-known mode. Moreover, only in the gaging system equipped with the mechanical shaft and the electronic tachymeter, operation-detection of horizontal distance which is possible is also possible.

[0021] As the zero point of measurement, the front face, tooth back, or center of casing 20 of distance measuring equipment is also defined, and it is alternatively inputted into evaluation equipment 25 through a keyboard 33, and is automatically taken into consideration by evaluation equipment 25 at the time of range measurement.

[0022] Drawing 2 shows the 1st solution means for changing into the light pipe plane of incidence 17 of position fixation the flux of light reflected by the field of a near object. For this reason, with this solution means, the mirror 36 which is in the outside of an optical axis 14 and is arranged so aslant at an optical axis 14 is used. A mirror 36 may curve slightly and may be diffusibility. This contractor's various attempts can determine an appropriate configuration, arrangement, and composition easily. When an inclination state exists among optical axis 13 and 14, especially the thing a mirror is constituted [ a thing ] for this in the shape of the anchor ring around an optical axis 14 for an amendment reason is advantageous. The advantage of composition of having stated above is that the beam of light caught with the object which exists far away is not influenced of a turn means.

[0023] The prism 37 as a refraction element is formed in drawing 3 as another solution means for changing the measuring beam line which carried out incidence aslant. Arrangement to which the beam of light caught with the distant object does not convert to the forge fire which can investigate appropriate arrangement of prism 37 by various attempts also in this case, namely, the problem on intensity produces, but sufficient amount of the measuring beam line which carried out incidence aslant [ another side ] converts in the direction of the light pipe plane of incidence 17 can be investigated. Especially the thing arrange a refracting interface so much at the ring symmetry at an optical axis 14 (ringsymmetrisch), and it is made not to make a part of core influence especially is advantageous. Prism 37 is switched, and as a result, prism 37 acts, only when the distance of an object is near.

[0024] Drawing 4 shows another solution means for changing a beam of light depending on a direction using the diffraction element 38. This kind of diffraction element increases the importance by improving further the fine structure technology over a HOTOGURA fee element, a concentric circle diffraction board, and a 2 Motomitsu study system. The outline about the composition and application of this kind of element is related with a diffraction optical element (Diffraktive Optical Elements DOE). Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique S.A It can read in a publication and the June, 1991 issue. The advantage of this element is in the point that diffraction structure can be fitted to each image formation property. In this case, a complicated optical transform function can also be realized comparatively easily. The diffraction structure of guiding the beam of light which carries out incidence from various directions especially in the same direction can be calculated, and it can be made to generate by photograph lithography. Therefore, the light-receiving angle of the objective lens 15 in the direction of a light transmission line becomes remarkably large.

[0025] By inserting the 2 beam-of-light prism which can rotate in the measuring beam bunch by which the



collimation was carried out, and to inject, the application range of the distance measuring equipment by this invention is expanded. For this reason, as shown in drawing 5, it is inserted in the drawing 27 with a tubular lens-barrel 39 instead of the sealing disk 26. The prism 40 equipped with the plane of composition 41 which divides a beam of light is inserted in the lens-barrel 39. Thus, the optical axis 13 of a measuring beam bunch can be made to generate a visible ray additional so perpendicularly by the opening 42 in a lens-barrel 39. This visible ray can be used in order to apply this to one flat surface and to measure so perpendicular to this field a distance. When distance measuring equipment is turned so at right angles to a measuring object object, a distance value can also be transmitted to other fields using this additional visible ray.

[0026] You may use the prism which deformed the attachment illustrated to drawing 5 for generating so perpendicular to a measuring beam line an inclination beam of light in the well-known mode, for example, was equipped with two or more parting plane or other beam-of-light turn members like [ in the case of a pentaprism ].

[0027] Technical problem that the aforementioned attachment is another is to convert the optical axis 13 of a measuring beam line in the direction of the optical axis 14 of the light-receiving objective lens 15. Such composition is shown in drawing 6. The advantage of this composition is that the object which is in contact with first transition 20' of casing 20 reflects a beam of light into a light-receiving optical path. In this case, it is advantageous to set the position of the light-receiving objective lens 15 to the inside of casing 20 a little from the reasons of the structure of the attaching part of an objective lens 15. The prism 43 formed in order to change a beam of light is arranged on the slider 44. A slider 44 can be inserted into an optical path by hand, when measuring a very short distance.

[0028] There are few functional elements for the distance measuring equipment by this invention, and they are suitable for making equipment small. Therefore, the distance measuring equipment by this invention is very compact, and can be constituted especially as a pocket machine.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the plan of the whole equipment by this invention equipped with the light pipe plane of incidence which can be justified.

[Drawing 2] It is drawing showing a part for the light sensing portion equipped with the mirror for a beam-of-light turn.

[Drawing 3] It is drawing showing a part for the light sensing portion equipped with the refractivity beam-of-light turn section.

[Drawing 4] It is drawing showing a part for the light sensing portion equipped with the diffraction nature beam-of-light turn section.

[Drawing 5] It is drawing showing the beam splitter into which it was put into the light transmission bundle of rays.

[Drawing 6] It is drawing showing the turn prism which can be inserted into a light transmission bundle of rays.

[Description of Notations]

- 10 Semiconductor Laser
- 11 Measuring Beam Bunch
- 12 Collimator Objective Lens
- 13 Optical Axis
- 15 Light-receiving Objective Lens
- 16 Objective Lens
- 17' Light pipe
- 24 Optical/electrical Converter
- 25 Electronic Weighting Network
- 28 Beam-of-Light Deflector
- 34 Electronic Inclinator
- 35 Digital Magnetic Compass
- 40 43 Prism

---

[Translation done.]

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 S 17/10		G 0 1 S 17/10	
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	B
G 0 1 S 7/48		G 0 1 S 7/48	Z

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-353310  
 (62) 分割の表示 特願平6-524699の分割  
 (22) 出願日 平成6年5月4日 (1994.5.4)

(71) 出願人 591042610  
 ライカ ゲオシステムス アクチエンゲ  
 ゼルシャフト  
 スイス ツェーハー・9435 ヘルブルッ  
 グ ハイน์リヒ・ヴィルト・シュトラッセ  
 (72) 発明者 エーベツ ハルトムート  
 スイス ツェーハー・9432 ブラッツ ビ  
 ユーリスヴィレン (番地なし)  
 (72) 発明者 ベルンハルト ハイנטツ  
 スイス ツェーハー・9035 グループ シ  
 ユヴァルツェンエッグ (番地なし)  
 (74) 代理人 100063130  
 弁理士 伊藤 武久 (外1名)

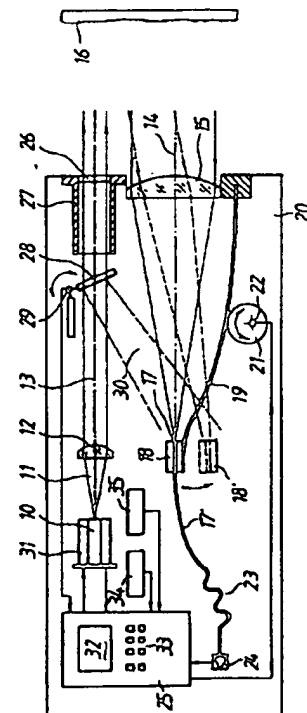
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離測定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 測定器の前縁から少なくとも30mまでの全測定範囲にわたって自然な粗い表面にたいする距離測定を可能にし、しかも測定精度がミリメートルの範囲にあるような距離測定装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザー10によって生じる可視測定光束11と、測定光束11を光軸13の方向へ視準するためのコリメーター対物レンズ12と、測定光線を変調するための回路装置と、遠方にある対象物16で反射した測定光束11を受光装置に受光させて結像させるための受光対物レンズ15と、半導体レーザー10と受光装置との間に内部参照経路を生じさせるための切換え可能な光線転向装置28と、対象物16にたいして測定された距離を検出し表示するための電子評価回路25とを備える。測定光線は、2ナノセカンド以下のパルス幅の励起パルスによりパルス変調されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザー（10）によって生じる可視測定光束（11）と、測定光束（11）を光軸（13）の方向へ視準するためのコリメーター対物レンズ（12）と、測定光線を変調するための回路装置と、遠方にある対象物（16）で反射した測定光束（11）を受光装置に受光させて結像させるための受光対物レンズ（15）と、半導体レーザー（10）と前記受光装置との間に内部参照経路を生じさせるための切換え可能な光線転向装置（28）と、対象物（16）にたいして測定された距離を検出し表示するための電子評価回路（25）とを備えた距離測定装置において、測定光線が、2ナノ秒以下以下のパルス幅の励起パルスによりパルス変調されていることを特徴とする距離測定装置。

【請求項2】受光装置が、光電変換器（24）を接続した光導体（17'）を有し、光導体（17'）が、その延在態様に関し複数回湾曲している（23）ことを特徴とする、請求項1に記載の距離測定装置。

【請求項3】電子傾斜計（34）が設けられ、その測定軸線が、コリメーター対物レンズ（12）の光軸（13）に平行に指向されていることを特徴とする、請求項1または2に記載の距離測定装置。

【請求項4】2軸の電子傾斜計（34）が設けられ、その一方の軸線はコリメーター対物レンズ（12）の光軸（13）に平行に指向され、他の軸線はこれにたいして垂直で、且つコリメーター対物レンズ（12）及び受光対物レンズ（15）の光軸（13、14）によって形成される面にたいして平行に指向されていることを特徴とする、請求項1から3までのいずれか1つに記載の距離測定装置。

【請求項5】デジタル磁気コンパス（35）が設けられ、その方位参照方向は、コリメーター対物レンズ（12）の光軸（13）に平行に指向されていることを特徴とする、請求項1から4までのいずれか1つに記載の距離測定装置。

【請求項6】傾斜計（34）及び（または）コンパス（35）の出力信号が、付加的な入力信号として評価装置（25）に送られることを特徴とする、請求項3から5までのいずれか1つに記載の距離測定装置。

【請求項7】傾斜計（34）の出力信号が、視準された測定光束（11）を水平化するために能動的な光学的または機械的調整要素に送られることを特徴とする、請求項3または4に記載の距離測定装置。

【請求項8】射出する測定光束（11）に差し込み可能なプリズム（40、41、43）が設けられていることを特徴とする、請求項1から7までのいずれか1つに記載の距離測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、半導体レーザーに

よって生じる可視測定光束と、測定光束を光軸の方向へ視準するためのコリメーター対物レンズと、測定光線を変調するための回路装置と、遠方にある対象物で反射した測定光束を受光装置に受光させて結像させるための受光対物レンズと、半導体レーザーと前記受光装置との間に内部参照経路を生じさせるための切換え可能な光線転向装置と、対象物にたいして測定された距離を検出し表示するための電子評価回路とを備えた距離測定装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の装置は、Wild Heerbrugg AG, Schweiz の刊行物 V. 86, 「測地学的精度の、作動時間測定方式による距離測定」から知られている。この距離測定方法は、自然の粗い表面を持った対象物までの距離を測定するためにも用いられる。例えば数百メートル以下の距離を測定しなければならないような採石場、横穴式地下施設の壁、トンネルの側壁等のように接近しがたい表面を測量するために、放射性の大きな表面を持ったパルス式赤外線半導体レーザーダイオードを放射源として用いる装置が使用される。パルス長さは12 nsec のものが使用される。この放射源の利点は、数ワットのオーダーの高いピーク出力の放射パルスが発生させることができ、その結果、必要とされる数百メートルの測定距離が達成される点である。精度は5ないし10 m である。一方欠点は、前記レーザーの放射表面のサイズが300  $\mu$  のオーダーの比較的大きい場合である。というのも、この装置の放射ローブ（Keule）は約2 mrad のダイバージェンスを有し、よって50 m の場合には光束横断面が0.1 m になるからである。距離が非常に短い場合にもこの装置の光束横断面は数センチの径を有している。なぜなら、2 mrad の光束ダイバージェンスで数ワットのパルス出力を放出するために、数センチの径の対物レンズを必要とするからである。

【0003】送光対物レンズと受光対物レンズが別個に切り離して配置されているので、10ないし15 m 以下の近接範囲にたいしては、送光光束と受光光束とを重ねるために補助レンズを装着しなければならない。他の欠点は、赤外線測定光線を使用しているので、実際に測定された対象物の位置を確認できないことである。目標物の位置を視認させるために、可視光線を放出する付加的なレーザーが設けられるが、その光軸を送光光軸にたいして慎重に位置決めしなければならない。この装置は電子評価装置及び表示装置を備えており、キーボードを介して追加値を入力して、演算を行なうこともできる。

【0004】ドイツ特許第4002356号公報からも同様に、送光対物レンズと受光対物レンズとを別個に配置した距離測定装置が知られている。送光装置は、電子的に相補的に切換え可能な二つのレーザーダイオードを有している。そのうち一方のレーザーダイオードは光波列を測定区間に送り、他方のレーザーダイオードは光波

列を参照区間に送る。両波列は、評価電子装置に接続されている同一の受光体によって交互に受光される。この公報からは、両レーザーダイオードが可視光を放射するのかどうかを読み取ることができない。測定される距離範囲は2ないし10mと記載されており、測定精度を数mmの範囲にすることを目的としている。

【0005】雑誌“Industrie”11/92、第6頁から第8頁までには、Sick GmbH社の距離測定器DME 2000が記載されている。この距離測定器は、作動時間測定をベースにした光学的距離測定方式に依拠しており、可視光を放出する二つの半導体レーザーダイオードで作動する。コリメーター光学系を備えた一方のレーザーダイオードが必要な送光光線を発生させ、第2のレーザーダイオードが必要な参照信号を直接受光体に送る。送光光束と受光光束とは互いに同軸に配置されており、その結果比較的大きな径を備えた1個の対物レンズだけが使用される。自然な粗い表面にたいする測定距離は0.1ないし2mであり、光点の径は約3mmである。130m以下の比較的遠い対象物にたいしては、測定される対象物に反射フォイルを取り付けねばならない。この距離の場合光点の径は約250mmである。同軸の送光光学系と受光光学系に関連して、受光体として、比較的大きな面積のピンフォトダイオードが使用される。これにより、強く発散する受光光線ローブと送光光束とのオーバーラップが与えられ、その結果0.1m以下の距離は測定できるが、前述のように検出器の面積が大きいことにより、付加的な反射体なしでは大きな測定距離を得ることはできない。建設業、特に内装業及び配管業では、30m以下の距離にある粗い表面を、付加的な準備なしに反射体により測定する必要がある。要求される測定精度が1ないし2mmの場合、受光光束の発散ができるだけ小さくしなければならない。なぜなら、発散が大きいと、周囲光成分を受光することにより、非常に大きな雑音信号が受光体に発生するからである。しかしながら、2m程度の小さい受光光束の発散は、送光光学系と受光光学系が別個に配置されている場合、受光光束と送光光束とのオーバーラップは1ないし2mにすぎず、よって付加的な処置をしなければこの距離以上の距離測定は不可能である。

【発明が解決すべき課題】従って本発明の課題は、十分に照準された可視測定光束にして、近接範囲では0.5cm以下の径を有し、遠方の境界範囲では1ないし2cm以下の径を有する可視測定光束を用いて、測定器の前縁から少なくとも30mまでの全測定範囲にわたって自然な粗い表面にたいする距離測定を可能にし、しかも測定精度がミリメートルの範囲にあるような距離測定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】この課題は、冒頭で述べた種類の装置において、測定光線が、2ナノセカンド以下のパルス幅の励起パルスによりパルス変調されている

ことによって解決される。

【0006】本発明による距離測定装置では、コリメーター対物レンズは、強く結束された測定光線を光軸に沿って生じさせる。その横に配置されている受光対物レンズの光軸は、コリメーター対物レンズの光軸にたいして少なくともほぼ平行に延びており、コリメーター対物レンズの光軸と共通の面内にある。避けがたい測定光束の発散と、比較的密に並んでいる光学結像系と、これらの光学結像系の焦点距離とにより、ほぼ2m以内の近傍にある対象物で反射した測定光線は、ほぼ受光対物レンズの焦点において結像する。受光光線が狭い面に集中することにより、遠く離れた測定距離に至るまでの信号評価上の強度問題は生じない。

【0007】しかしながら、近い測定距離にたいしては、対象物で反射した光点の結像位置が、焦点から縦方向に且つ受光対物レンズの光軸にたいして横方向に次第に離れていくことが観察される。この場合、焦点に配置されている光導体入射面には光線が入射せず、これにより測定下限が達成される。本発明の第1実施形態によれば、光導体入射面は、光点の結像位置のずれに追従する。しかも、受光対物レンズの光軸にたいして横方向にだけ追従する。光軸に沿った追従の必要はない。なぜなら、近傍の対象物で反射した測定光線に関しては強度上の問題はないからである。しかも、正確な結像位置への追従は評価電子装置のオーバーライドを生じさせることが明らかになった。光導体入射面の移動を制御可能なことにより、すべての測定距離にたいして、最適な信号レベルに適合させることが可能になる。これにたいして別の解決法によれば、光導体入射面を位置固定して配置し、光学的転向手段により、対象物までの距離が短い場合に徐々に斜めになって受光対物レンズに入射する測定光線を光導体入射面のほうへ方向転換させることもできる。この場合も、結像光学的に正確な方向転換の必要はないという認識が活用される。なぜなら、対象物までの距離が短い場合の強度上の問題がないからである。この解決法の利点は、受光経路内に移動要素がなくてもよいことである。

【0008】本発明による装置の測定精度を制限する作用は、測定される粗い表面との協働で生じる、変調されたレーザー光線の物理学的特性に由来する。半導体レーザーダイオードの可視光線は、等距離スペクトル線（モード）のスペクトルとして放射される。変調電流が作用しているあいだ、モードの波長も光線密度（強度）も変化する。従って、波長に応じて、電気変調パルスにたいするレーザーパルスの種々の変調位相遅れが生じる。この場合、変調位相は、一つの変調パルスの作用時間内におけるレーザーパルスの放射継続時間 $t$ にわたる強度変分 $I(t)$ の時間的重心 $t_S$ に関係している。数学的には時間的重心 $t_S$ は、 $I(t)t dt$ の積分値を $I(t) dt$ の積分値で割った値に等しい。この場合、積分範囲

はレーザーパルス全継続時間に等しい。

【0009】波長に応じて変化する変調位相遅れは、変調の種類及び変調パルス幅に応じて、1.3 ns以下の時間的レーザーパルス遅れに対応することができる。対応する見かけの距離差は、200 mm以下である。

【0010】測定される粗い表面で反射した光は、レーザー光線のコヒーレンスのために斑点状の強度分布を持っている。この強度分布はスペックルの名で知られている。粗い表面がミラーであるときにレーザー光線が反射する方向でのみ、スペックルはレーザー光線の種々のモードに合致する。モードの波長が種々あるため、他のすべての方向にたいしてはこの限りではない。従って、空間的に種々の変調位相を持つ放射場が存在する。

【0011】受光対物レンズに当たってフォトディテクタに送られる光線は、代表的な変調位相を有している。この変調位相は、受光対物レンズに入射する放射場のすべての変調位相にわたって適当な強度で決定された平均値によって生じる。この平均値は、放射場を介してスペックル構造に応じて変動する。即ち粗い表面の構造に応じて変動する。巨視的には同形に見える表面を持った対象物を測定方向にたいして垂直に移動させることにより、前記変調位相変動に対応する距離誤差が20 mm以下であることが判明した。

【0012】また、レーザーダイオードの変調を、パルス幅が2 ns以下の励起パルスで発生させるだけで、物理学的条件を決定的に改善できることが明らかになった。この場合、変調位相差は波長に応じて小さくなり、これに対応する距離変動は2 mm以下になる。

【0013】距離測定装置内に光導体を使用することは知られている。本発明による距離測定装置にこの光導体を適用すると、光電変換器に至るまでの光導体を何度も湾曲させることができるという特別な利点が生じる。これにより、すべての変調位相にわたって決定される前記平均値の算出が補助される。

【0014】電子系及び光電変換器におけるドリフト効果を補正するため、外部距離測定の前後に、既知の長さの内部参照距離を測定することは知られている。このため、本発明による距離測定装置では、光線が外部光路を介して到達しないように、光放散要素が視準された測定光束の中に入れられる。この光放散要素の放散特性は、光導体入射面が位置調整される空間範囲に適合せしめられる。これにより、本発明による装置の機能にとって重要な二つの利点を得られる。その一つは、光線が測定光束の各部分から光導体入射面に達し、これにより測定光束の横断面を介して変調位相の差が距離測定に影響しないことである。光導体入射面が移動する空間の全範囲において光放散要素から光線が放散されるので、光導体入射面の各位値での参照測定を即座に、しかも位置を新たに調整することなく行なうことができ、よって測定時間が短縮される。単位面積あたりの放散強度は、評価装置

のオーバーライドが確実に避けられるように調整することができる。従ってこの処置は、位置調整可能な光導体入射面を持った構成にたいしてばかりでなく、位置固定の光導体入射面と付加的な放射方向転換手段とを備えた構成にたいしても同等に効果的である。

【発明の実施の形態】次に、本発明による装置を、添付の図面に図示した実施形態に関して詳細に説明する。この場合、上記以外の利点についても説明する。

【0015】図1において、半導体レーザー10は可視測定光束11を発生させる。測定光束11は、コリメーター対物レンズ12によって光軸13の方向へ平行光束として送られ、ほぼ4 mmの径を有している。受光対物レンズ14の光軸14はコリメーター対物レンズ12の光軸13にたいして少なくともほぼ平行に延びており、光軸13と同一平面内にある。受光対物レンズ15の径はほぼ30 mmであり、受光角はほぼ120°である。その結果、光束横断面は遠方にある対象物16で反射した光線強度にとって十分な大きさであり、他方近くの対象物から大きな入射角で反射してきた光線も受光することができる。遠方にある対象物16は受光系15にとっては無限遠にあるように見え、その結果、対象物によって生じた測定スポットの光軸14上での結像位置は受光対物レンズ15の焦点に位置している。この場合、光導体入射面17はその基本位置に配置されている。光導体端部は、板ばね19に固定されている保持部材18により把持されている。板ばね19の他端は、距離測定装置のケーシング20に固定されており、従って弾性枢着部を形成している。板ばね19は、予じめ緊張させた状態で偏心体21に接している。偏心体21は、モータにより軸22の回りを回転可能である。偏心体21が回転すると、保持部材18は光軸14にたいして横方向に例えば位置18'に移動する。調整距離は、1実施形態ではほぼ3 mmである。位置18'において、近くにある対象物の光線が受光される。このことを図面では破線で示した受光光束によって示した。光導体入射面の位置調整は、ほぼ受光対物レンズ15の焦点面内で行なわれる。近くにある測定スポットの正確な結像位置が光線方向において焦点面の後方にあることは明らかである。

【0016】本実施形態で選定された、弾性枢着部及び偏心体を備えた位置調整装置の代わりに、例えばスライダ要素またはマルチリンク要素のような他の構成も可能である。光導体17'はその前部部分が自由に運動可能であり、その結果光導体17'は保持部材18の位置調整に追従することができる。光導体17'の後部部分23は何度も湾曲して固定されている。後部部分23の端部には、光電変換器24が光導体射出面の後に接続されている。受光信号は評価装置25に供給される。

【0017】装置のケーシング20から射出する測定光束の領域には、鏡面加工された反射性に乏しい密閉円板26が取り付けられている。密閉円板26は、反射を抑

制するために光線にたいして斜めに設置してもよい。さらに、残留拡散光が光導体入射面に達しないようにするため、管状の絞り 27 が設けられている。この絞り 27 の光入射口の前方には、切換え可能な光線方向転換装置 28 が配置されている。光線方向転換装置 28 はモータにより軸 29 の回りを回転可能である。測定光束 11 の作用を受ける光線方向転換装置 28 の表面は拡散性があり、この場合、発散性の拡散円錐 30 が発生する。光導体入射面 17 の領域における拡散円錐 30 の開口は、このようにして発生した参照光経路からの光線がすべての位置で受光されるほど大きい。

【0018】評価装置 25 は、半導体レーザー 10 を変調するための電子回路も含んでいる。コリメーター対物レンズ 12 の光軸 13 上で半導体レーザー 10 の放射方向を調整するため、半導体レーザー 10 のケーシングは軸 31 の回り、またはこれにたいして垂直な軸の回りに回転可能に支持されている。この調整は、選定された受光信号に依存してモータにより評価装置 25 を介して制御することができる。光軸 13、14 の、共通の面にたいするわずかな誤調整を補正するため、光導体入射面を光軸 13、14 の共通の面内においてばかりでなく、この面にたいして垂直に位置調整することも有利である。受光対物レンズ 15 の焦点面内で適宜に操作運動することにより、最適な信号レベルを持った位置を検出することができ、この光導体入射面 17 の位置で信号評価を行なうことができる。

【0019】評価装置 25 は、表示装置 32 とキーボード 33 とを有している。このキーボード 33 を介して例えば修正値、または実際に距離測定を行なうための補助的な情報を入力することができる。一つの重要な補助情報は、両光軸 13、14 によって決定される面の水平位置、または対象物にたいして事実上垂直に測定できるように鉛直位置を考慮したものである。このため距離測定装置に、例えば 2 軸の電子傾斜計 34 を付設してもよい。傾斜計 34 の水平軸線は光軸 13、14 の面内にあり、且つこれらの光軸にたいして垂直に指向されている。傾斜計 34 の出力信号は評価装置 25 に送られ、距離測定に際して自動的に考慮される。一方この出力信号を半導体レーザー 10 或いは送光経路内の図示していない実際の光学的要素の機械的位置調整に使用して、視準された光束を自動的に水平化させてもよい。

【0020】方位を考慮すると、即ち測定光束が水平面内で被測定対象物面にぶつかる角度を考慮すると、空間内での距離測定装置の傾斜についての情報ばかりでなく、距離の測定の可能性も拡大する。即ち、測定値の正反対の(polar)記録が可能になる。このため、距離測定装置にデジタル磁気コンパス 35 を付設していてもよい。この磁気コンパス 35 の方位参照方向は、コリメーター対物レンズ 12 の光軸 13 に平行に方向づけられている。測定光束の傾斜及び方位を考慮した距離測定を

複数回行なうことにより、公知の態様で空間内の点及び平面の決定ばかりでなく、一つの測定位置の個々の平面相互の位置も決定することができる。また、機械的軸及び電子タキメーターを備えた測定システムにおいてのみ可能であるような、水平距離の演算的検出も可能である。

【0021】測定のゼロ点として、距離測定装置のケーシング 20 の前面、背面または中心も定義され、選択的に例えばキーボード 33 を介して評価装置 25 に入力され、評価装置 25 により距離測定時に自動的に考慮される。

【0022】図 2 は、近くにある対象物の面によって反射された光束を位置固定の光導体入射面 17 へ方向転換させるための第 1 の解決手段を示している。このため、この解決手段では、光軸 14 の外側にあって光軸 14 にたいして斜めに配置されるミラー 36 が用いられる。ミラー 36 は、わずかに湾曲して拡散性であってもよい。合目的な形状、配置、構成は、当業者の種々の試みによって簡単に決定することができる。光軸 13 と 14 の間に傾斜状態が存在する場合にこれを補正するため、ミラーを光軸 14 の回りにトーラス状に構成することが特に有利である。上に述べた構成の利点は、遠方にある対象物によって受け止められた光線が方向転換手段の影響を受けないことである。

【0023】図 3 には、斜めに入射した測定光線を方向転換させるための別の解決手段として、屈折要素としてのプリズム 37 が設けられている。この場合も種々の試みによってプリズム 37 の合目的な配置を調べることができ、即ち強度上の問題が生じるほどには、遠方の対象物によって受け止められた光線が転向せず、他方斜めに入射した測定光線の十分な量が光導体入射面 17 の方向へ転向するような配置を調べることができる。特に、屈折面を光軸 14 にたいして環対称に(ringsymmetrisch)配置し、中心部の一部分に影響させないようにすることが特に有利である。プリズム 37 は切換え可能であってもよく、その結果プリズム 37 は対象物の距離が近い場合にだけ作用する。

【0024】図 4 は、回折要素 38 を用いて、光線を方向に依存して方向転換させるための別の解決手段を示している。この種の回折要素は、ホトグラフィー要素、同心円回折板、二元光学系にたいする微細構造技術をさらに改良することによりその重要性を増す。この種の要素の構成及び応用に関する概要は、回折光学要素(Diffractive Optical Elements DOE)に関する Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique S.A の刊行物、1991 年 6 月発行から読み取れる。この要素の利点は、回折構造を個々の結像特性に適合させることができる点にある。この場合、複雑な光学的変換関数も比較的簡単に実現することができる。特に、種々の方向から入射して来る光線を同一の方向へ誘導する回折構造を演算

して、写真石版術により発生させることができる。従って、送光線の方における対物レンズ15の受光角度が著しく大きくなる。

【0025】視準された射出する測定光束内に回転可能な二光線プリズムを挿入することにより、本発明による距離測定装置の応用範囲が拡大される。このため、図5に示すように、密閉円板26の代わりに鏡筒39が管状の絞り27に挿着される。鏡筒39には、光線を分割する接合面41を備えたプリズム40が挿着されている。このようにして、鏡筒39内の開口42により、測定光束の光軸13にたいして垂直に付加的な可視光線を発生させることができる。この可視光線は例えば、これを一つの平面に当ててこの面にたいして垂直な距離を測定するために使用できる。距離測定装置が測定対象物にたいして垂直に向けられている場合には、この付加的な可視光線を用いて距離値を他の面へ伝送することもできる。

【0026】測定光線にたいして垂直な指向光線を発生させるための、図5に図示したアタッチメントを、公知の態様で変形して、例えばペンタプリズムの場合のように複数の分割面または他の光線方向転換部材を備えたプリズムを使用してもよい。

【0027】前記アタッチメントの別の課題は、測定光線の光軸13を受光対物レンズ15の光軸14の方向へ転向させることにある。このような構成を図6に示す。この構成の利点は、ケーシング20の前縁20'に接している対象物が光線を受光光路内へ反射させることである。この場合、対物レンズ15の保持部の構造上の理由から、受光対物レンズ15の位置をいくぶんケーシング20の内側へ設定するのが有利である。光線を方向転換させるために設けられているプリズム43は、スライダ44上に配置されている。スライダ44は、非常に短い距離を測定する場合に手で光路内へ挿入することができ

る。

【0028】本発明による距離測定装置のための機能要素は少なく、装置を小型にするのに適している。従って、本発明による距離測定装置は非常にコンパクトであり、特に携帯器として構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】位置調整可能な光導体入射面を備えた本発明による装置全体の平面図である。

【図2】光線方向転換用のミラーを備えた受光部分を示す図である。

【図3】屈折性光線方向転換部を備えた受光部分を示す図である。

【図4】回折性光線方向転換部を備えた受光部分を示す図である。

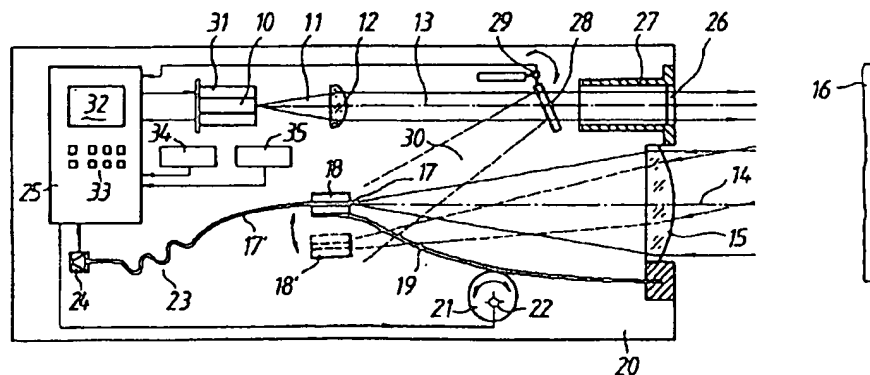
【図5】送光光線束の中に入れられたビームスプリッターを示す図である。

【図6】送光光線束の中に挿入可能な転向プリズムを示す図である。

【符号の説明】

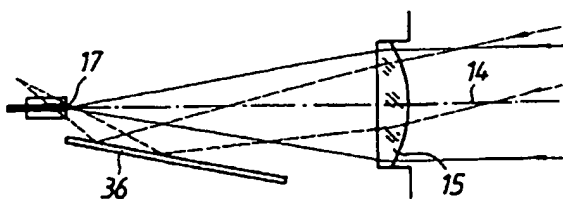
- |        |             |
|--------|-------------|
| 10     | 半導体レーザー     |
| 11     | 測定光束        |
| 12     | コリメーター対物レンズ |
| 13     | 光軸          |
| 15     | 受光対物レンズ     |
| 16     | 対物レンズ       |
| 17     | 光導体         |
| 24     | 光電変換器       |
| 25     | 電子評価回路      |
| 28     | 光線転向装置      |
| 30     | 電子傾斜計       |
| 35     | デジタル磁気コンパス  |
| 40, 43 | プリズム        |

【図1】

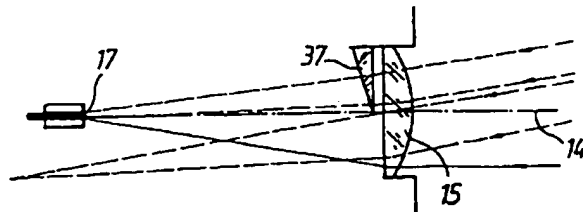




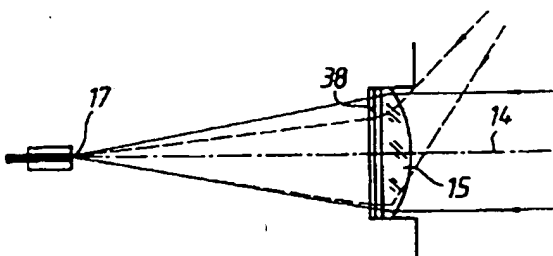
【図 2】



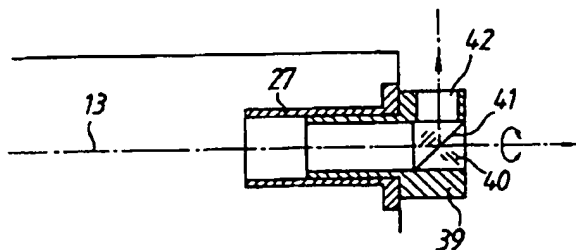
【図 3】



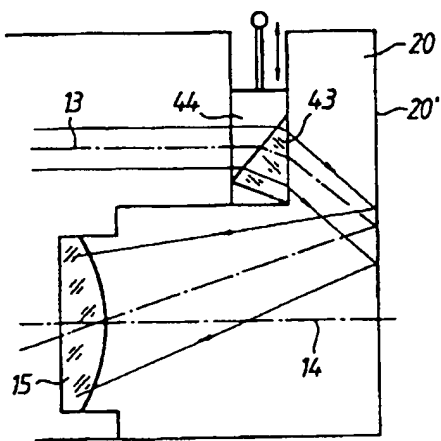
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ギーガー クルト  
スイス ツェーハー・9464 リューティ  
シュボルトブラッツシュトラッセ 1097

(72)発明者 ヒンダーリング ユルク  
スイス ツェーハー・9435 ヘルブルッ  
グ フェルトシュトラッセ 5